

Caracterización geográfica de los aceites de oliva vírgenes de la denominación de origen protegida 'Les Garrigues' por su perfil de ácidos grasos

Por **María José Motilva, Tomás Ramo y María Paz Romero***

Unidad de Tecnología de los Productos Vegetales del Centro de Referencia en
Tecnología de Alimentos de la Generalidad de Cataluña.
Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad de Lleida
Alcalde Rovira Roure, 177 - 25198 Lleida

RESUMEN

Caracterización geográfica de los aceites de oliva vírgenes de la denominación de origen protegida 'Les Garrigues' por su perfil de ácidos grasos.

Se ha analizado el perfil de ácidos grasos en 190 muestras de aceite de oliva virgen de la DOP Les Garrigues (Lleida) de tres campañas consecutivas (1995/96, 1996/97 y 1997/98). Se ha encontrado que la mayor variabilidad entre los ácidos grasos es debida a aspectos relacionados con la climatología de la campaña oleícola y con la procedencia de los aceites. El análisis de componentes principales ha permitido obtener dos componentes principales que explican más del 80 % de la variabilidad observada. La representación de los aceites según sus componentes principales, permite separar aceites procedentes de dos subzonas con diferencias agroclimáticas. Se ha aplicado un análisis discriminante paso a paso y se ha obtenido una función que ha permitido clasificar correctamente en la subzona de procedencia más del 83 % de los 188 aceites. El modelo ha sido validado con 20 muestras de aceites procedentes de la campaña 1998/99, habiéndose clasificado correctamente el 84,6 % de las muestras.

PALABRAS-CLAVE: *Aceite de oliva virgen - Ácidos grasos - Análisis discriminante - Clasificación geográfica - Componentes principales.*

SUMMARY

Geographical characterisation of virgin olive oils of the denomination of protected origin les garrigues by their fatty acid profile.

Main fatty acid composition from Les Garrigues (Lleida, Spain) virgin olive oils were evaluated in three consecutive harvests (1995/96 to 1997/98). Results show that the variability is due to climate events and geographical area of production. Principal Components Analysis was applied to fatty acid composition of olive oil classified in two agroclimate geographical zones. The two first principal components accounting for 80 percent of the variance. A stepwise selection algorithm in discriminant analysis was used to obtain one discriminating function amongst the two zones. Above 83 % for the 188 observations used to fit the model were correctly classified. To verify the model, 20 additional oil samples from 1998/99 harvest were added to the data set and 84,6 % were correctly classified.

KEY-WORDS: *Discriminant analysis - Fatty acids - Geographical classification - Principal components analysis - Virgin olive oil.*

1. INTRODUCCIÓN

La denominación de origen protegida (DOP) Les Garrigues ampara municipios de la provincia de Lérida, pertenecientes a las comarcas de Les Garrigues, Urgell y Segarra (Figura 1). Los aceites amparados bajo esta denominación se extraen casi exclusivamente (más de un 95 %) de aceitunas de la variedad Arbequina. La climatología de esta zona es de tipo continental, inviernos con temperaturas mínimas por debajo de 0°C, con riesgo de heladas y presencia de espesas nieblas, y veranos muy secos y calurosos con temperaturas máximas en los meses más cálidos próximas a 40°C. En el Mapa Agroclimático Nacional (León y col, 1989), siguiendo la clasificación de Papadakis, se observa que existen diferencias agroclimáticas dentro de la zona amparada bajo la DOP Les Garrigues. También Llasat (1997) divide el territorio catalán en 68 zonas agroclimáticas homogéneas, encontrando diferencias entre los municipios situados al este y al oeste de la DOP Les Garrigues. Concretamente, los datos de las caracterizaciones agroclimáticas junto con mediciones actuales del Servicio Nacional de Meteorología permiten afirmar que en la zona situada al Este del territorio de la DOP los inviernos son más fríos, las heladas pueden llegar antes y las temperaturas máximas de los meses de verano son más suaves.

El perfil medio de los ácidos grasos de los aceites de la DOP Les Garrigues se citan en algunos trabajos (Graell *et al.*, 1993; Romero *et al.*, 1995; Tous *et al.*, 1997a, 1997b), pero sin que se haya profundizado en el estudio de las diferencias que se puedan encontrar entre los aceites procedentes de las distintas almazaras y cosechas.

Uceda y Hermoso (1998) estudiaron la composición ácida en aceite de oliva virgen de varias campañas, épocas de recolección de las aceitunas y variedades, y encontraron que el contenido en ácidos grasos tienen una fuerte componente varietal, puesto que más del 70 % de la variabilidad observada podía ser atribuida a dicho factor. Otros factores importantes fueron las diferencias entre campañas y también, con menor importancia la época de recolección.

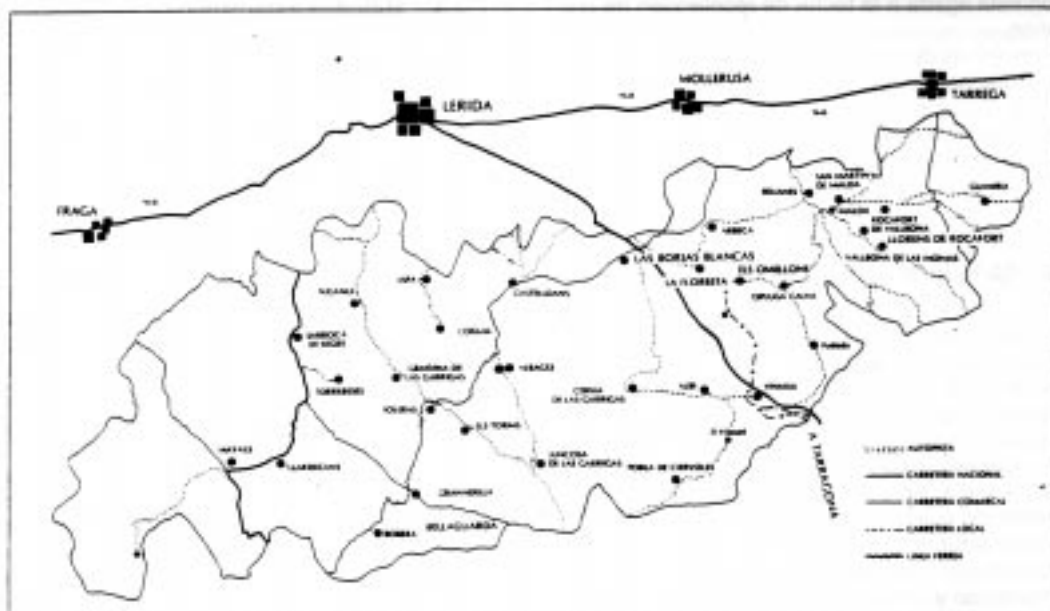


Figura 1

Mapa del territorio amparado bajo la Denominación de Origen Protegida Les Garrigues

El perfil de ácidos grasos del aceite, así como la composición en triglicéridos han sido utilizados por numerosos autores como parámetro de clasificación geográfica de aceites (López *et al.*, 1986; Tsimidou y Macrae, 1987; Graciani y Delgado, 1987a, 1987b; Graciani, 1988a, 1988b; Alonso y Aparicio, 1993; Montedoro *et al.* 1993; Tsimidou y Karakostas, 1993; Boschelle *et al.*, 1994; Lanza *et al.*, 1998).

Tsimidou y Karakostas (1993) aplicaron técnicas de análisis multivariante al perfil de ácidos grasos de aceites griegos procedentes de diez zonas obtenidos en 24 campañas (1963-1998). Procesaron los datos de los cinco ácidos grasos mayoritarios: palmítico (16:0), palmitoleico (16:1), esteárico (18:0), oleico (18:1) y linoleico (18:2). Evaluando los aceites para cada una de las zonas encontraron que mediante el análisis de componentes principales podían separar los aceites por años, siendo las variables que formaban la primera componente principal los ácidos palmítico, palmitoleico y linoleico, mientras que la segunda componente principal quedaba definida mayoritariamente por el ácido esteárico. Concluyeron que el ácido esteárico podría utilizarse para establecer un criterio de característica particular del año. Mediante un análisis de la varianza multifactorial encontraron que la variable año afecta a los cinco ácidos estudiados, mientras que el efecto variedad de olivo afecta únicamente al contenido en ácidos linoleico y linolénico.

El objeto de este trabajo ha sido analizar las diferencias en el perfil de los ácidos grasos de los aceites de la DOP Les Garrigues y estudiar la posi-

ble influencia de la procedencia geográfica, la época de recolección de las aceitunas y la campaña oleícola.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Aceite

Se han analizado 188 muestras de aceite procedentes de 12 almazaras de la DOP Les Garrigues, correspondientes a cuatro épocas de muestreo (primera y segunda quincena de los meses de noviembre y diciembre) y tres campañas oleícolas (1995/96, 1996/97 y 1997/98). Además, se han analizado veinte muestras de la campaña 1998/99 para la validación del modelo discriminante propuesto. Las almazaras muestreadas han sido las de los municipios de Arbeca, L'Albagès, Les Borges Blanques, Bovera, Maials, El Solerás, Vallbona de les Monges, Els Omellons, Vinaixa, La Granadella, Cervià de les Garrigues y Sarroca, distribuidos a lo largo de todo el territorio de la DOP Les Garrigues, tal y como muestra la figura 1. Es destacable que los aceites de esta denominación proceden de aceitunas recolectadas con estados de maduración de color amarillo a rojo, desarrollándose casi la totalidad de la campaña oleícola entre noviembre y diciembre, en previsión de las posibles heladas de los meses siguientes. En ninguna de las almazaras muestreadas se practica el atrojado, por lo que la evolución en la fecha de ex-

tracción está ligada a la fecha de recolección de las aceitunas.

Las muestras de aceite, obtenidas de aceitunas recién molturadas, se han tomado de los depósitos de aceite, de capacidad comprendida entre 10.000 y 25.000 l, mediante un dispositivo adecuado para recoger una muestra representativa de todo el depósito.

2.2. Método de análisis de ácidos grasos

El método para la determinación del perfil de ácidos grasos se basa en la liberación de los ácidos grasos de los triglicéridos, la metilación y posterior separación de los ésteres metílicos por cromatografía de gases. La preparación de los ésteres metílicos se ha realizado siguiendo el Reglamento CEE nº 2568/91 Anejo X, procedimiento b correspondiente a una metilación con metilato sódico en caliente.

Se han determinado los ésteres metílicos de los ácidos palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico, linolénico y aráquico en un cromatógrafo Hewlett Packard 5890-A equipado con detector de ionización de llama. La separación cromatográfica se ha realizado según el método descrito en el Reglamento CEE 2568/91 Anejo X A. Para ello se utiliza una columna capilar SP-2330 de 30 m de longitud y 0.25 mm de diámetro interno (Supelco, USA). Las condiciones de trabajo utilizadas en el cromatógrafo de gases Hewlett-Packard 5890A han sido las siguientes: temperatura columna: 190°C, temperatura detector e inyector: 220°C, gas portador: helio a 20.9 cm/s y gas auxiliar: nitrógeno a 30 ml/min. Los resultados cromatográficos han sido procesados en una estación de control equipada con el programa ChemStation HP3365.

2.3. Métodos estadísticos

El análisis de varianza y el análisis multivariante de los resultados del perfil de ácidos grasos han sido procesados según los procedimientos GLM, PRINCOM Y DISCRIM del paquete estadístico SAS v 6.2.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes medios de cada uno de los ácidos grasos para cada campaña estudiada se detallan en la tabla I. El perfil medio muestra una relación insaturados/saturados de 5.34 y monoinsaturados/poliinsaturados de 7.04. Son destacables las diferencias encontradas entre estos perfiles de ácidos grasos y los de aceites procedentes de aceitunas de la variedad "Arbequina" cultivadas en otras zonas de España. Así, Barranco (1998) indica un 66'2 % como valor medio obtenido por varios autores del porcentaje de ácido oleico en aceites de la citada variedad. Los valores medios obtenidos en nuestro estudio son semejantes a los de Tous et al. (1997a), quienes encontraron en aceites de la variedad "Arbequina" procedentes de tres almazaras de la DOP Les Garrigues un porcentaje medio de ácido oleico superior al de aceites obtenidos con dicha variedad en Andalucía, concretamente 72,9 frente a 65.7 %.

Se ha realizado un análisis estadístico del perfil de los ácidos grasos, estudiando la influencia de los siguientes factores: almazara de procedencia, campaña oleícola y época de muestreo, que es paralela a la época de recolección de las aceitunas (Tabla II). Se ha analizado la evolución de los perfiles de los ácidos grasos a lo largo de la campaña oleícola, y se ha encontrado que no existen diferencias entre los aceites de principio y final de campaña. Este resulta-

Tabla I
Perfil medio de ácidos grasos de los aceites de oliva de la DOP Les Garrigues durante las campañas 1995/96 a 1997/98

ÁCIDO	CAMPAÑA 1995/96		CAMPAÑA 1996/97		CAMPAÑA 1997/98	
	MEDIA	SE	MEDIA	SE	MEDIA	SE
Palmítico	12.61	0.10	12.84	0.11	15.14	0.11
Palmitoleico	1.21	0.02	1.47	0.03	1.62	0.02
Esteárico	2.11	0.02	1.85	0.04	1.57	0.01
Oleico	73.62	0.21	73.50	0.26	69.45	0.18
Linoleico	9.67	0.09	9.59	0.13	11.46	0.08
Linolénico	0.34	0.01	0.33	0.01	0.19	0.01
Aráquico	0.43	0.01	0.42	0.01	0.58	0.01

MEDIA: Valor medio del porcentaje de cada uno de los ácidos en el perfil de 67 muestras de aceite en la campaña 1995/96, 66 muestras en la campaña 1996/97 y 55 muestras en la campaña 1997/98.
SE: error estándar de la media.

Tabla II
Significación de los efectos principales y las interacciones en el análisis de la varianza del perfil de ácidos grasos

	Acido Palmítico		Ácido Palmitoleico		Acido Estearico		Acido Oleico		Acido Linoleico		Acido Linolénico		Acido Aráquico	
	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
CAMPAÑA	201.80	0.0000	70.70	0.0000	282.40	0.0000	44.94	0.0000	61.41	0.0000	89.29	0.0000	269.30	0.0000
ALMAZARA	16.80	0.0000	8.09	0.0000	43.91	0.0000	1.75	0.0663	3.01	0.0012	2.98	0.0013	40.07	0.0000
ÉPOCA	2.62	0.0596	2.02	0.1162	0.78	0.5087	1.53	0.2118	0.10	0.9573	1.80	0.1513	2.53	0.0615
CAMPAÑA*														
ALMAZARA	1.83	0.0207	1.42	0.1173	4.05	0.0000	2.21	0.0036	1.59	0.0600	2.58	0.0006	3.01	0.0001
CAMPAÑA*														
ÉPOCA	3.20	0.0064	2.93	0.0111	3.78	0.0019	3.69	0.0023	3.03	0.0090	3.01	0.0093	3.26	0.0056
ALMAZARA*														
ÉPOCA	3.11	0.4927	1.20	0.2327	1.59	0.0365	1.79	0.0121	1.17	0.2600	1.52	0.0535	1.05	0.4151

F. factor F estadístico.
Pr>F nivel significación

do parece contradecir los estudios sobre la maduración de la oliva en que se constata que durante la maduración aumenta la presencia de ácidos grasos insaturados (Montedoro *et al.*, 1993; Sánchez y col., 1999). También Gutiérrez y col., (1999) en un estudio que comprende seis estados de maduración encontraron que durante la maduración disminuyen los ácidos palmítico y linolénico al tiempo que aumenta el ácido linoleico. El hecho de que en la DOP Les Garrigues la campaña se desarrolle casi en su totalidad en los meses de noviembre y diciembre, que la maduración de las aceitunas en el árbol esté muy escalonada y que rara vez se recojan las aceitunas en estados de maduración avanzada, normalmente en 3 y 4 (según el índice de madurez descrito por la Estación de Olivicultura de Jaén), podrían ser las causas de que el perfil de ácidos grasos de los aceites comercializados por estas almazaras se mantenga dentro de un estrecho margen a lo largo de la campaña oleícola, no descartándose que si recolectaran aceitunas en avanzado estado de maduración se encontrarán las diferencias citadas por otros investigadores.

El análisis de la varianza del perfil de los ácidos grasos referido a los factores almazara y campaña muestra que ambos factores proporcionan diferencias significativas y que en algunos ácidos grasos también resulta significativa la interacción almazara*campaña. El estudio en profundidad de la interacción en los tres ácidos mayoritarios muestra que esta interacción no es muy importante, dado que en todas las almazaras se observa una tendencia similar. Los porcentajes de ácidos palmítico, palmitoleico y linoléico de la primera y segunda campaña no presentan diferencias entre sí; sin embargo, son diferentes a los resultantes en la tercera campaña. Un

ejemplo de la escasa importancia de la interacción se puede apreciar en la figura que muestra el porcentaje medio de ácido oleico en las tres campañas (Figura 2).

Como se ha indicado anteriormente, el análisis de datos muestra importantes diferencias entre campañas oleícolas, especialmente entre las dos primeras con la tercera. Así, el porcentaje medio de ácido oleico en las dos primeras campañas ha sido próximo a 73.50%, mientras que en la tercera campaña ha habido un descenso hasta aproximadamente el 69.50 %, disminución que repercute en el aumento del porcentaje de los ácidos palmítico, linoleico y aráquico. La diferencia entre campañas ha sido generalizada. La causa de estos cambios, al haberse mantenido constantes las variables procedencia y variedad de las aceitunas, podría ser atribuida a las

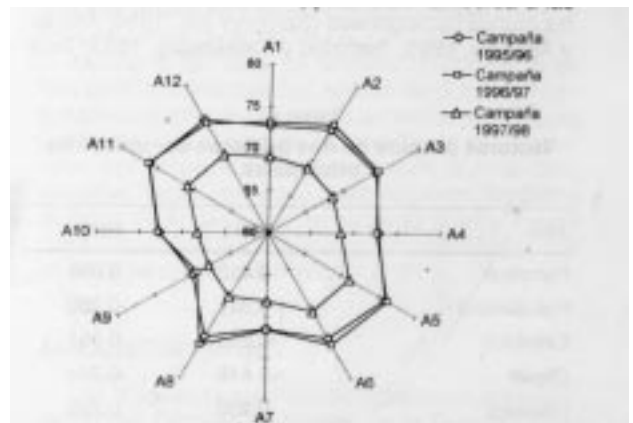


Figura 2
Porcentaje de ácido oleico en el perfil de ácidos grasos de los aceites de la DOP Les Garrigues de las campañas 1995/96, 1996/97 y 1997/98 por almazaras de procedencia (A1 a A12).

particulares condiciones climáticas del año 1997 en esta zona, especialmente en la época de maduración del fruto. El final del verano y principios de otoño se caracterizaron por ser anormalmente lluvioso, con precipitaciones medias durante los meses de verano de 180 mm, y se alcanzaron temperaturas entre 2 y 4°C por debajo de lo habitual en la zona.

Analizando el perfil de ácidos grasos según su procedencia se encuentra que existen diferencias significativas entre el porcentaje de algunos ácidos grasos de los aceites según la almazara de procedencia. Además, se observa que los aceites que muestran mayor proporción de ácido oleico en las tres campañas proceden de las mismas almazaras. Entre las almazaras, son destacables las de Cerviá de les Garrigues, Els Omellons, Vallbona de les Monges y Vinaixa como almazaras cuyos aceites presentan mayor porcentaje de ácido oleico. Si analizamos la localización de las diferentes almazaras dentro del territorio amparado por la DOP se comprueba que las que contienen mayor proporción de ácido oleico están ubicadas en la zona más oriental. El conocimiento de las diferencias agroclimáticas más importantes entre ambas zonas (León y col., 1986) nos permite afirmar que los aceites de la subzona más fría contienen mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados, diferencia encontrada por diversos autores que han estudiado la incidencia del medio en la composición del aceite (Kiritsakis y Markakis, 1987; Mousa y col., 1996).

Es consecuencia, a pesar de que no se detectan diferencias importantes ni en la variedad, técnicas de cultivo y época de recolección dentro del territorio de la DOP y de que las diferencias agroclimáticas son pequeñas, se ha planteado que el perfil de ácidos grasos podría ser utilizado para diferenciar los aceites de la DOP Les Garrigues de las dos subzonas que presentan diferencias agroclimáticas, del mismo modo que ha sido utilizado por diferentes autores para caracterizar aceites según zonas oleícolas menos homogéneas (Sarrión y col., 1986; Alonso y Aparicio, 1993; Tsimidou y Karakostas, 1993; Tous

y col., 1997a; Lanza et al., 1998). Para ello, se ha aplicado un análisis de componentes principales a las variables estandarizadas y se ha comprobado que el método permite, con dos dimensiones, explicar un porcentaje de varianza superior al 80%. La varianza explicada por las dos primeras componentes principales es el 64.54 % y el 15.95 %, respectivamente. Los vectores propios de las dos componentes principales se indican en la tabla III.

En la figura 3 se han representado los aceites de la campaña oleícola 1995/97 en el plano de las dos primeras componentes principales. Los aceites procedentes de olivares de almazaras situadas al Este de la DOP presentan una menor componente principal PRIN1, por su mayor proporción de ácido oleico. Los aceites de la zona Oeste, con mayores proporciones de ácidos palmítico, palmitoleico y linoleico presentan una componente principal PRIN1 mayor. Los valores medios del perfil de ácidos grasos en cada subzona para las tres campañas oleícolas se detalla en la Tabla IV.

Se ha aplicado un análisis discriminante para encontrar una función que permita discriminar entre las dos subzonas de procedencia. Se ha aplicado una técnica de análisis discriminante paso a paso que permita seleccionar de entre las variables aquellas que discriminen mejor los grupos predefinidos. Se ha obtenido una función lineal discriminante que incluye a los ácidos palmitoleico, esteárico, oleico, linolénico y aráquico, quedando fuera del modelo los ácidos palmítico y linoléico. Esta exclusión es razonable dada la alta correlación entre estos ácidos y el ácido oleico (-0.949 y -0.948), por lo que la información que aportaría su inclusión en el modelo resultaría redundante. La tabla V muestra los coeficientes estandarizados de la función discriminante, en los que se aprecia la importancia del contenido en ácido oleico en la función discriminante. Los resultados de la clasificación muestran que han sido clasificados

Tabla III
Vectores propios de dos primeras componentes principales

Ácido	PRIN 1	PRIN 2
Palmítico	0.452	0.093
Palmitoleico	0.381	-0.202
Esteárico	-0.253	0.651
Oleico	-0.448	-0.244
Linoleico	0.430	0.225
Linolénico	-0.322	0.461
Áráquico	0.313	0.453

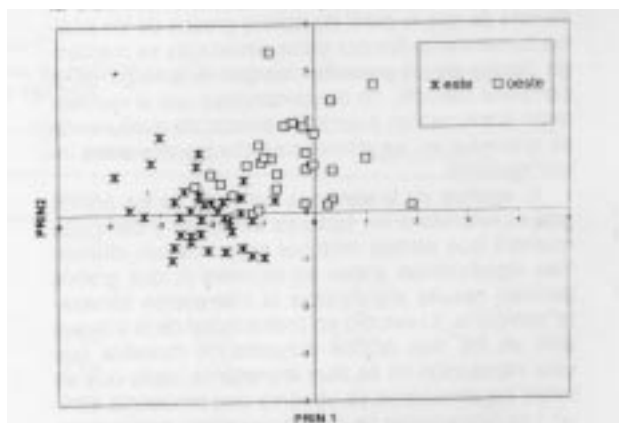


Figura 3
Representación de los aceites de la campaña 1995/96 en el plano de las dos primeras componentes principales PRIN 1 y PRIN 2

Tabla IV
Perfiles medios de los ácidos grasos según zona de procedencia y campaña oleícola.

ÁCIDO	ZONA	CAMPAÑA 1995/96		CAMPAÑA 1996/97		CAMPAÑA 1997/98	
		MEDIA	SE	MEDIA	SE	MEDIA	SE
Palmítico	Este	12.01	0.02	12.00	0.13	14.87	0.15
	Oeste	13.39	0.14	13.62	0.11	15.67	0.12
Palmitoleico	Este	1.13	0.09	1.32	0.04	1.56	0.02
	Oeste	1.32	0.03	1.61	0.04	1.74	0.03
Estearico	Este	2.03	0.03	1.79	0.06	1.56	0.01
	Oeste	2.22	0.02	1.89	0.06	1.58	0.01
Oleico	Este	74.89	0.16	75.33	0.24	70.06	0.24
	Oeste	71.94	0.25	71.80	0.24	68.30	0.14
Linoleico	Este	9.19	0.08	8.79	0.14	11.20	0.11
	Oeste	10.33	0.11	10.36	0.13	11.92	0.06
Linolénico	Este	0.35	0.01	0.36	0.02	0.18	0.01
	Oeste	0.34	0.02	0.31	0.02	0.19	0.01
Aráquico	Este	0.40	0.01	0.42	0.02	0.57	0.01
	Oeste	0.47	0.01	0.42	0.02	0.60	0.02

MEDIA: Valor medio en porcentaje de cada uno de los ácidos en el perfil de 67 muestras de aceite en la campaña 1995/96, 66 muestras en la campaña 1996/97 y 55 muestras en la campaña 1997/98.

SE: error estándar de la media.

correctamente un 83,51% de los aceites, correspondiendo el 79.76 % a la zona Oeste y el 86.54 % a la zona Este. Dado que únicamente se obtiene una función discriminante no se puede mostrar una representación en la que se pueda observar la posición de los aceites en cada una de sus zonas. Esto se puede paliar mediante los centroides de cada zona, siendo el centroide de la zona Oeste 1.005 y el de la zona Este - 0.811.

El modelo discriminante ha sido validado con 20 muestras de aceite de la campaña 1998/99, en la que el porcentaje medio de ácido oleico de las muestras de la subzona Este y Oeste ha sido respectivamente 75.12 y 71.27%, semejante a las campañas 1995/96 y 1996/97. Los resultados corroboran la validez del modelo, puesto que incluyendo dichas muestras, el 84.6% de la totalidad de los

aceites han sido correctamente ubicados en la subzona de procedencia.

4. CONCLUSIONES

El perfil de ácidos grasos de los aceites de la DOP Les Garrigues no presenta diferencias significativas entre los aceites de principio y final de campaña. Sin embargo, se observan diferencias importantes entre almazaras y campañas oleícolas.

Con respecto al efecto de la campaña oleícola se ha encontrado que las precipitaciones superiores a la media y la bajada de las temperaturas durante el final del verano han proporcionado aceites con menor porcentaje de ácido oleico.

Mediante técnicas de análisis multivariante se han podido diferenciar los aceites de dos subzonas agroclimáticamente diferentes dentro de la DOP Les Garrigues. Los aceites de la zona Oeste se caracterizan, con respecto a los obtenidos en la zona Este, por tener menor contenido de ácido oleico. Mediante técnicas de análisis discriminante es posible clasificar a los aceites por la subzona de procedencia con un error de clasificación inferior al 20 %.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este estudio agradecen la colaboración del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Les Garrigues, así como la del Centro de Referencia de Tecnología de Alimentos (CeRTA) de la Generalidad de Cataluña.

Tabla V
Coeficientes estandarizados de la función discriminante

Variable	Coeficiente de la función discriminante
Ácido palmitoleico	0.488
Ácido estearico	0.666
Ácido oleico	-1.248
Ácido linolénico	0.456
Ácido aráquico	-0.683

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, M.V. y Aparicio, R. (1993). Characterization of european virgin olive oil using fatty acids. *Grasas y Aceites*, nº 44(1), pp. 18-24.
- Barranco, D.; Fernández-Escobar, R. Y Rallo, L. (eds) (1997). El cultivo del olivo. 2ª Ed. Mundi-Prensa (Madrid) y Junta de Andalucía.
- Boschelle, O.; Giomo, A. y Lecker, G. (1994). Caratterizzazione delle cultivar di olivo del golfo di Trieste mediante metodi chemiometrici applicati ai dati chimico-fisici. *Riv. Ital. Sost. Grasse*, vol. 71, pp. 57-65.
- DOCE (1991). Reglamento CEE 2568/91 del 11/7/91 Características de los aceites de oliva y de los aceites de orujos de oliva y sobre sus métodos de análisis. Nº L 248 pp. 1-83.
- Graciani, E. y Delgado, M.L.(1987a). Caracterización del aceite de oliva virgen español. I. Estudio de las variables que intervienen en la separación de sus triacilglicerol por cromatografía líquida de alta eficacia. *Grasas y Aceites*, vol 38(5), pp. 286-293.
- Graciani, E. y Delgado, M.L.(1987b). Caracterización del aceite de oliva virgen español. II. Su composición en triacilglicerol por cromatografía líquida de alta eficacia. *Grasas y Aceites*, vol 38(5), pp. 294-302.
- Graell, J.; Arbós, J.; Duró, V.; Clota, J.; Torrelles, R.; Ciria, R.; Puig, J. y Munté, M. (1993). Calidad de aceites de oliva de la D.O. Borjas Blancas. *Alimentación, equipos y tecnología*, nº 9, pp 97-103.
- Gutierrez, F.; Jiménez, B.; Ruiz, A. y Albi, M.A. (1999). Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 47, pp 121-127.
- Kiritsakis, A. y Markakis, (1987) Olive oil a review. *Adv. Food Res* vol 31, pp.453-482.
- Lanza, C.M.; Russo, C. y Tomaselli, F. (1998). Relationship between geographical origin and fatty acid composition of extra-virgin olive oils produced in three areas of Eastern Sicily. *Ital. J. Food Sci.*, vol 4(10), pp. 359-366.
- León, A.; Arriba, A. y Plaza, M.C. (1989). Caracterización agroclimática de la provincia de Lérida. Ed. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- López, M.C.; Boatella, J. y Torre, M.C. de la (1986). Application of discriminant analysis to the differentiation of oils from different olive varieties. *Revue Franç. Corps Gra.* Vol. 33(2), pp. 65-67.
- Llasat, M. (1997). Meteorología agraria y forestal a Catalunya: conceptes, estacions i estadístiques. Ed. DARP. Generalitat de Catalunya.
- Montedoro, G.F.; Servili, M.; Baldioli, M.; Magnarini, C.; Cossignani, L. Y Daminani, P. (1993). I potenziali modelli che definiscono la tipicità degli oli extra vergini di oliva ed i fattori che vi concorrono alla luce dell'attuazione della D.O.C. *Industrie Alimentari* 32, pp 618-631.
- Mousa, Y. M.; Gerasopoulos, D.; Metzidakis, I. y Kiritsakis, A. (1996). Effect of altitude on fruit and oil quality characteristics of "Mastoides" olives. *J. Sci. Food Agric.*, vol. 71, pp 345-350.
- Romero, A.; Tous, J.; Plana, J.I. y Díaz, I. (1995). Caracterización físico-química de los aceites de la variedad Arbequina. *I Simposi de l'olivera Arbequina a Catalunya*, pp 127-129.
- Sánchez, J.J.; Miguel, C. de y Marín, J. (1999). La calidad del aceite de oliva procedente de variedades cultivadas en Extremadura en relación con la composición y maduración de la aceituna. *Olivae*, 75, pp 31-36.
- Sarrión, N.; López, M.C. y Torre, M.C. de la (1986). Differentiation of olive oils of the origin denominations (Borges Blancas and Siurana) using the discriminant analysis. *Grasas y Aceites*. Vol. 37(4), pp. 188-190.
- Tous, J.; Romero, A.; Plana, J.; Guerrero, L.; Díaz, I. y Hermoso, J.F. (1997-a). Características químico-sensoriales de los aceites de oliva Arbequina obtenidos en distintas zonas de España. *Grasas y Aceites*, vol. 48(6), pp. 415-424.
- Tous, J.; Romero, A.; Plana, J.; Guerrero, L. y Díaz, I. (1997-b). Características físico-químicas y organolépticas de los aceites de oliva virgen, variedad Arbequina obtenidos en Cataluña y Andalucía. *Ibérica*, nº 2, pp. 87-93.
- Tsimidou, M. y Macrae, R. (1987). Authentication of virgin olive oils using principal component analysis of triglyceride and fatty acid profiles. Part I: Classification of Greek olive oils. *Food Chem*, vol. 25, pp. 237-239.
- Tsimidou, M. y Karakostas, K. (1993). Geographical classification of greek virgin olive oil by non-parametric multivariate evaluation of fatty acid composition. *J. Sci. Food Agric.*, nº 62, pp. 253-257.
- Uceda, M. y Hermoso, M. (1998). La calidad del aceite de oliva, en El cultivo del olivo 2ª ed., p. 546, Barranco y col. (eds). Mundi-Prensa (Madrid) y Junta de Andalucía.

Recibido: Septiembre 1999
Aceptado: Febrero 2000